



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 199 12 889 A 1

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 23 C 24/10**  
C 23 C 30/00  
B 23 P 13/00  
F 01 L 3/04

⑯ Aktenzeichen: 199 12 889.8  
⑰ Anmeldetag: 23. 3. 1999  
⑱ Offenlegungstag: 28. 9. 2000

US 6,397,464

⑲ Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE; Institut  
für Motorenbau Prof. Huber GmbH, 81929  
München, DE

⑳ Erfinder:  
Pfeffinger, Harald, Dipl.-Ing., 75233 Tiefenbronn,  
DE; Heigl, Reiner, 73560 Böblingen, DE; Hinderer,  
Heiko, 71686 Remseck, DE

㉑ Entgegenhaltungen:  
DE 35 17 077 C1  
DE 196 39 480 A1  
DE-OS 22 00 003

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉒ Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzes

㉓ Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzes  
für einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine, welcher  
aus einer Leichtmetalllegierung als Basismaterial besteht,  
wird ein Zusatzmaterial durch einen Laserstrahl mit dem  
Basismaterial des Zylinderkopfes an derjenigen Stelle  
verschmolzen, an welcher der Ventilsitz gebildet werden  
soll. Als Zusatzmaterial wird eine Legierung oder ein Ge-  
mischt aus einer Aluminium-Silizium-Legierung und Nik-  
kel sowie wenigstens einem weiteren Legierungsbe-  
standteil verwendet.

DE 199 12 889 A 1

DE 199 12 889 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzes für einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Ein gattungsgemäßes Verfahren ist aus der EP 00 92 683 B1 bekannt.

Hierbei besteht das Basismaterial des Zylinderkopfes im wesentlichen aus Aluminium und als Zusatzmaterial zur Bildung des Ventilsitzes wird entweder Eisen oder Nickel bzw. eine Legierung verwendet, die als Hauptmaterial eines dieser beiden Metalle enthält.

Bei diesem Verfahren taucht jedoch das Problem auf, daß die Werkstoffe Eisen bzw. Nickel einen wesentlich höheren Schmelzpunkt als das Aluminium des Zylinderkopfes aufweisen. Bei der Beaufschlagung mit einem Laserstrahl ist somit der Zylinderkopf bereits geschmolzen wenn das Zusatzmaterial erst zu schmelzen beginnt. Darüber hinaus kann auch der Fall eintreten, daß das zuvor flüssige Eisen bereits erstarrt ist, während das Aluminium noch als Schmelze vorliegt. Dies führt zur Bildung von intermetallischen Phasen im Grenzbereich zwischen Eisen- und Aluminiumwerkstoff, was ein sehr sprödes Gefüge zur Folge hat.

Aus diesen Gründen ist es sehr schwierig, eine homogene Verbindung zwischen dem zu schaffenden Ventilsitz und dem Basismaterial des Zylinderkopfes zu erreichen, wobei hier auch die unterschiedlichen Oberflächenspannungen der Materialien eine große Rolle spielen. Bei der Verwendung von Nickel kommt es darüber hinaus zu erheblichen Recyclingproblemen.

Aus der EP 02 28 282 B1 ist ein Zylinderkopf bekannt, welcher aus einer Aluminiumlegierung besteht und bei welchem der Ventilsitz aus einer aufplatierten Kupferlegierungsschicht ausgebildet ist.

Bei der Verwendung von Kupfer für Ventilsitze entsteht jedoch insbesondere bei Dieselbrennkraftmaschinen das Problem, daß der im Diesel-Brennstoff enthaltene Schwefel das Kupfer angreift, wodurch Probleme bezüglich Abgasentwicklung und Korrosion entstehen. Die Verwendung von Kupfer für Ventilsitze ist somit nur für Ottobrennkraftmaschinen sinnvoll und kann daher nicht in wirtschaftlicher Art und Weise eingesetzt werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzes für einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mittels welchem ein Ventilsitz hergestellt werden kann, der zum einen ausreichende Härte- und Festigkeitseigenschaften aufweist und der zum anderen in der Lage ist, eine sicher haftende Verbindung mit dem Material des Zylinderkopfes einzugehen, und zwar ohne daß sich Poren und Risse in dem Ventilsitz bilden.

Erfundungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch die Verwendung der erfundungsgemäßen Legierung oder des erfundungsgemäßen Gemisches einer Aluminium-Silizium-Legierung und Nickel als Zusatzmaterial zur Bildung des Ventilsitzes ergibt sich ein sehr einfach zu beherrschendes Verfahren, da die Eigenschaften dieses Zusatzwerkstoffes sehr ähnlich zu denjenigen des Basiswerkstoffes des Zylinderkopfes sind. Die Verbindung des Ventilsitzes mit dem Zylinderkopf ergibt sich durch das erfundungsgemäßes Verfahren somit in äußerst zufriedenstellender Art und Weise und es entstehen insbesondere keine Lufteinschlüsse und Risse in dem Ventilsitz, wodurch eine hohe Prozeßsicherheit gegeben ist.

Durch die Zumischung von Nickel und weiteren Legie-

rungsbestandteilen entsteht dabei ein Ventilsitz, der den Anforderungen an Härte- und Druckfestigkeit voll gerecht werden kann.

In vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung kann das Zusatzmaterial eine Legierung oder ein Gemisch aus AlSi30, Nickel, Eisen und Bor sein. Diese Legierung bzw. dieses Gemisch ergibt bezüglich der an den Zusatzwerkstoff bzw. an den durch das Zusatzmaterial gebildeten Ventilsitz gestellten Anforderungen die besten Ergebnisse.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen sowie aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell dargestellten Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

Fig. 1 ein in einem Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine eingebautes Ventil mit einem Ventilsitz;

Fig. 2 das erfundungsgemäßes Verfahren als einstufiger Prozeß, und

Fig. 3 das erfundungsgemäßes Verfahren als zweistufiger Prozeß.

Fig. 1 zeigt einen Teil eines Zylinderkopfes 1 einer in ihrer Gesamtheit nicht dargestellten Brennkraftmaschinen. In dem Zylinderkopf 1 befindet sich in bekannter Weise ein Ein- bzw. Auslaßkanal 2, welcher durch ein Gaswechselventil 3, welches im folgenden der Einfachheit halber als Ventil 3 bezeichnet wird, verschlossen werden kann. In dem Zylinderkopf 1 ist ein Ventilsitz 4 gebildet, an welchem das Ventil 3 beim Schließen des Ein- bzw. Auslaßkanals 2 anschlägt.

Die Fig. 2 und 3 zeigen zwei unterschiedliche Verfahren zur Herstellung des Ventilsitzes 4. Hierbei wird auf das Basismaterial des Zylinderkopfes 1, nämlich einer Leichtmetalllegierung wie z. B. einer Aluminium-Silizium-Legierung, ein Zusatzmaterial 5 in Pulverform aufgebracht. Hierzu ist in der Nähe des zu bildenden Ventilsitzes 4 eine Düse 6 angeordnet, von welcher das Pulver bzw. das Zusatzmaterial 5 ausgegeben wird. Wenn das Zusatzmaterial 5 auf den Zylinderkopf 1 auft trifft, wird es prozeßsimultan von einem Laserstrahl 7 zusammen mit der äußeren Schicht des Basismaterials des Zylinderkopfes 1 aufgeschmolzen, wodurch an dem Zylinderkopf 1 eine Schmelze 8 entsteht.

Die Düse 6 und der Laserstrahl 7 werden ständig weiterbewegt, wozu bei dem Ventilsitz 4 selbstverständlich eine Kreisbewegung notwendig ist. Nachdem sich der Laserstrahl 7 in Richtung des Pfeiles A bei seiner Kreisbewegung von der Schmelze 8 entfernt hat, erstarrt diese zu einer Schicht 9, die gleichzeitig den Ventilsitz 4 bildet.

Das Zusatzmaterial 5 ist in dem vorliegenden Fall eine Legierung oder ein Gemisch aus einer Aluminium-Silizium-Legierung, nämlich AlSi30, sowie Nickel, Eisen und Bor. Die einzelnen Bestandteile betragen hierbei 40 Gewichts-% Nickel, unter 5 Gewichts-% Eisen sowie 1 bis 3 Gewichts-% Bor, wobei der Rest durch die Aluminium-Silizium-Legierung AlSi30 gebildet wird. Gegebenenfalls können auch noch weitere Legierungsbestandteile verwendet werden.

Dieses in Fig. 2 dargestellte Verfahren wird als einstufiger Prozeß bezeichnet.

Fig. 3 zeigt ein alternatives Verfahren zur Herstellung des Ventilsitzes 4, bei welchem das Zusatzmaterial 5 in gleicher Zusammensetzung wie bei Fig. 2 verwendet wird. Hierbei wird das Zusatzmaterial 5 zunächst auf den Zylinderkopf 1 beispielsweise als Paste aufgebracht und anschließend mit dem Laserstrahl 7 zu der Schmelze 8 aufgeschmolzen. Auch hier entsteht nach ausreichender Entfernung des Laserstrahls 7 von der Schmelze 8 in Pfeilrichtung A die Schicht 9 zur Bildung des Ventilsitzes 4.

Dieses in Fig. 3 dargestellte Verfahren wird als zweistufiger Prozeß bezeichnet.

Durch die beiden beschriebenen Verfahren kann der Ventilsitz 4 des Zylinderkopfes 1 der Brennkraftmaschine in sehr einfacher Weise ohne das bisher übliche Eindrücken eines Ventilsitzringes und die entsprechende Vorbearbeitung des Zylinderkopfes 1 gebildet werden. Es ist dabei nicht notwendig, den Ventilsitz 4 anschließend noch, beispielsweise spanend, zu bearbeiten.

## Patentansprüche

10

1. Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzes für einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine, welcher aus einem Leichtmetallguss als Basismaterial besteht, wobei ein Zusatzmaterial durch einen Laserstrahl mit dem Basismaterial des Zylinderkopfes an derjenigen Stelle verschmolzen wird, an welcher der Ventilsitz gebildet werden soll, dadurch gekennzeichnet, daß als Zusatzmaterial (5) eine Legierung oder ein Gemisch aus einer Aluminium-Silizium-Legierung und Nickel sowie wenigstens einem weiteren Legierungsbestandteil verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Bestandteil für das Zusatzmaterial (5) die Aluminium-Silizium-Legierung AlSi30 verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Bestandteil für das Zusatzmaterial (5) circa 40 Gewichts-% Nickel verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Bestandteil für das Zusatzmaterial (5) der weitere Legierungsbestandteil Eisen verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Bestandteil für das Zusatzmaterial (5) der weitere Legierungsbestandteil Bor verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Bestandteil für das Zusatzmaterial (5) der weitere Legierungsbestandteil Eisen mit einem Anteil von unter 5 Gewichts-% verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Bestandteil für das Zusatzmaterial (5) der weitere Legierungsbestandteil Bor mit einem Anteil von 1 bis 3 Gewichts-% verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzmaterial (5) gleichzeitig mit dem Laserstrahl (7) auf den Zylinderkopf (1) aufgebracht wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzmaterial (5) in Pulverform auf den Zylinderkopf (1) aufgebracht wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzmaterial (5) durch eine Düse (6) auf den Zylinderkopf (1) aufgebracht wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzmaterial (5) auf den Zylinderkopf (1) aufgebracht wird und anschließend von dem Laserstrahl (7) mit dem Basismaterial des Zylinderkopfes (1) verschmolzen wird.

60

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

65

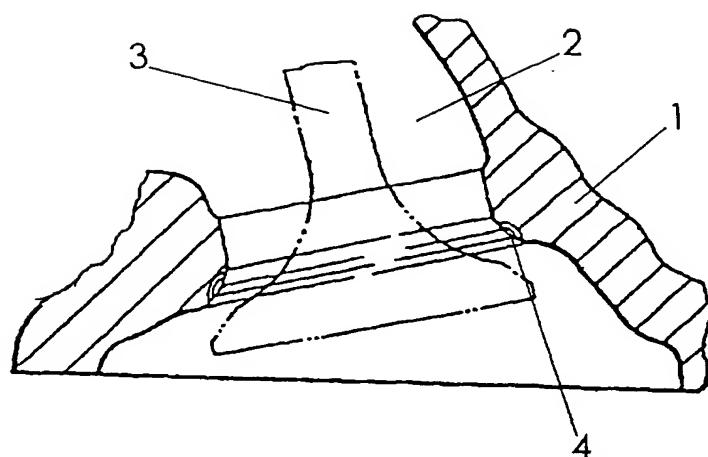


Fig. 1

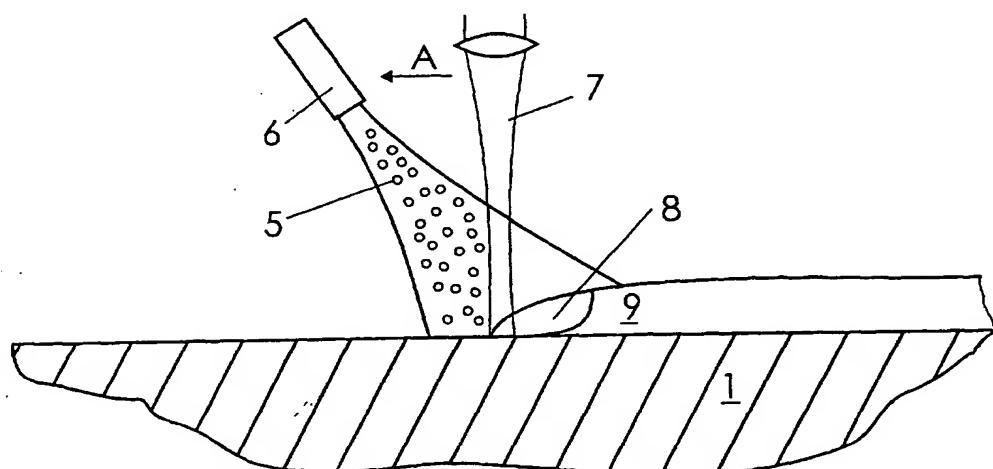


Fig. 2

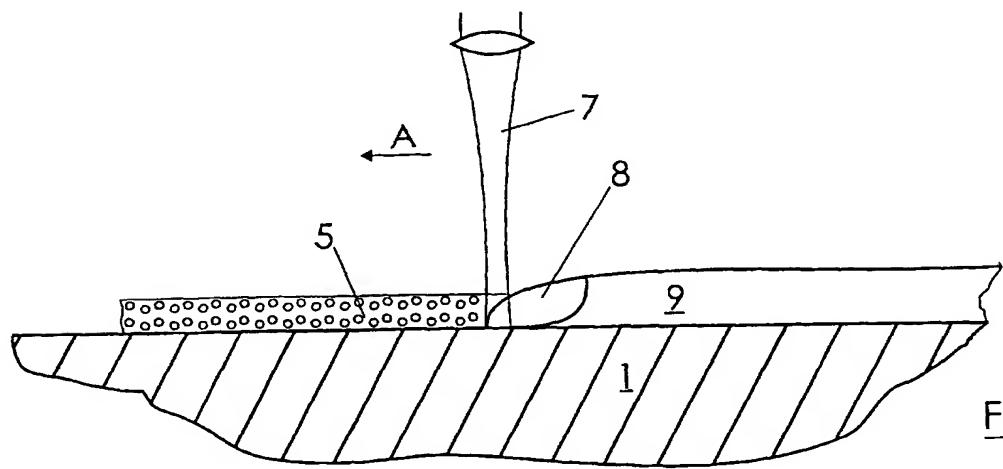


Fig. 3